

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-219389

(43)Date of publication of application : 18.08.1998

(51)Int.Cl.

C22C 38/00

C22C 38/46

C22C 38/60

(21)Application number : 09-055371

(71)Applicant : DAIDO STEEL CO LTD

(22)Date of filing : 04.02.1997

(72)Inventor : TAKEMOTO SATOSHI

INOUE KOICHIRO

NAKAMURA SADAYUKI

**(54) HIGH STRENGTH NON-HEAT TREATED STEEL FOR HOT FORGING, EASY OF
BREAKING AND SEPARATION**

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a non-heat treated steel for hot forging, capable of facilitating the breaking and separation of integrally forged two or more parts into separate parts easily after cooling.

SOLUTION: This steel has a composition consisting of, by weight, 0.30-0.60% C, 0.05-2.00% Si, 0.10-1.00% Mn, 0.03-0.20% P, 0.03-0.50% Cu, 0.03-0.50% N, 0.01-0.50% Cr, 0.05-0.50% V, 0.010-0.045% s-Al, 0.005-0.025% N, and the balance Fe with impurities and containing, if necessary, one or ≥ 2 kinds selected from $\leq 0.30\%$ Pb, $\leq 0.20\%$ S, $\leq 0.30\%$ Te, $\leq 0.01\%$ Ca, and $\leq 0.30\%$ Bi.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-219389

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月18日

(51) Int.Cl.⁵

C 2 2 C 38/00
38/46
38/60

識別記号

3 0 1

F I

C 2 2 C 38/00
38/46
38/60

3 0 1 A

審査請求 未請求 請求項の数 2 書面 (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願平9-55371

(22) 出願日

平成9年(1997) 2月4日

(71) 出願人 000003713

大同特殊鋼株式会社

愛知県名古屋市中区錦一丁目11番18号

(72) 発明者 武本 聡

愛知県一宮市大和町戸塚字寺田27番地10

(72) 発明者 井上 幸一郎

大阪府吹田市昭和町27番地20号

(72) 発明者 中村 貞行

三重県三重郡朝日町大字柿3094番地

(54) 【発明の名称】 破断分離が容易な熱間鍛造用高強度非調質鋼

(57) 【要約】

【目的】 2個以上からなる部品を一体で鍛造し冷却後に容易に個別の部品に破断分離させることが容易な熱間鍛造用非調質鋼を提供する。

【構成】 重量基準で C : 0.30 ~ 0.60%, Si : 0.05 ~ 2.00%, Mn : 0.10 ~ 1.00%, P : 0.03 ~ 0.20%, Cu : 0.03 ~ 0.50%, Ni : 0.03 ~ 0.50%, Cr : 0.01 ~ 0.50%, V : 0.05 ~ 0.50%, s-Al : 0.010 ~ 0.045%, N : 0.005 ~ 0.025% を含有し、必要により Pb : 0.30% 以下, S : 0.20% 以下, Te : 0.30% 以下, Ca : 0.01% 以下, Bi : 0.30% 以下のうちから選ばれる1種または2種以上を含有し、残部 Fe および不純物よりなることを特徴とし、熱間鍛造後に容易に2個以上の部品に破断分離させることを特徴とする熱間鍛造用高強度非調質鋼である。

【特許請求の範囲】

【請求項1】重量基準で

C : 0.30~0.60%
 Si : 0.05~2.00%
 Mn : 0.10~1.00%
 P : 0.03~0.20%
 Cu : 0.03~0.50%
 Ni : 0.03~0.50%
 Cr : 0.01~0.50%
 V : 0.05~0.50%
 s-Al : 0.010~0.045%
 N : 0.005~0.025%

残部Feおよび不純物よりなることを特徴とし、熱間鍛造後に容易に2個以上の部品に破断分離が容易な熱間鍛造用高強度非調質鋼。

【請求項2】重量基準で

C : 0.30~0.60%
 Si : 0.05~2.00%
 Mn : 0.10~1.00%
 P : 0.03~0.20%
 Cu : 0.03~0.50%
 Ni : 0.03~0.50%
 Cr : 0.01~0.50%
 V : 0.05~0.50%
 s-Al : 0.010~0.045%
 N : 0.005~0.025%

およびPb : 0.30%以下

S : 0.20%以下
 Te : 0.30%以下
 Ca : 0.01%以下
 Bi : 0.30%以下

のうちから選ばれる1種または2種以上を含み、残部Feおよび不純物よりなり、熱間鍛造後に容易に2個以上の部品に破断分離が容易な熱間鍛造用高強度非調質鋼。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、鍛造によって作製され、鍛造後に2個以上の部品に破断分離して用いるコネクティングロッド等の素材に利用され、前記部品を分離する際に容易に分離が可能なことを特徴とする熱間鍛造用高強度非調質鋼に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、コネクティングロッドのような鍛造後に2個以上の個別部品に分離して用いる部品は、最終形状に一体鍛造後、必要によっては仕上げの機械加工を施した後、機械加工によって2個に分離されていた。この種の方法は切断部分に切り代として余分な材料を要するとともに切断後分離面を切削加工または研磨などによって仕上げる必要があり、多大な時間の浪費と価格の上昇をもたらしていた。

【0003】これらの問題を解決する手段の一つとして粉末焼結鍛造化を図って容易にすることが提案されているが、粉末焼結鍛造プロセス自体が複雑なプロセスであり生産性を阻害し、コストアップの原因となる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】一般の溶製材を熱間鍛造して得られる部品は機械構造部品として必要とされる20~30HRCの硬さ範囲では十分な靱性を有しているため、破断による分離を行うと破断面の一部が衝撃試験時に見られるシアリップのように大きな塑性変形を生じ、破断分離までは破面を正確に合わせることは困難であった。

【0005】そこで、本発明は作業時間の短縮および材料の歩留まり向上のため、一般の溶製材を熱間鍛造により一体部品に成形し、上記の機械加工による切断を行わなくとも容易に破断分離することができる熱間鍛造用高強度非調質鋼を提供することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明に係わる破断分離が容易な熱間鍛造用高強度非調質鋼は重量基準でC : 0.30~0.60%、Si : 0.05~2.00%、Mn : 0.10~1.00%、P : 0.03~0.20%、Cu : 0.03~0.50%、Ni : 0.03~0.50%、Cr : 0.01~0.50%、V : 0.05~0.50%、s-Al : 0.010~0.045%、N : 0.005~0.025%を含有し、必要によりPb : 0.30%以下、S : 0.20%以下、Te : 0.30%以下、Ca : 0.01%以下、Bi : 0.30%以下のうちから選ばれる1種または2種以上を含有し、残部Feおよび不純物よりなることを特徴とし、熱間鍛造後に容易に2個以上の部品に破断分離が可能なことを特徴とする熱間鍛造用高強度非調質鋼である。

【0007】次に、本発明に係わる破断分離が容易な熱間鍛造用高強度非調質鋼における成分範囲（重量基準）の限定理由について説明する。

C : 0.30~0.60%

Cは鍛造品の強度を確保するのに有効な元素であり、このような効果を得るためには0.30%以上含有させることが必要である。しかし、多すぎると硬さが高くなりすぎ被削性が低下するので0.60%以下とする必要がある。

【0008】Si : 0.05~2.00%

Siは鋼溶製時において脱酸作用を有している。含有量が多すぎると熱間加工性を劣化させたため0.05~2.00%以下とした。

【0009】Mn : 0.10~1.00%、Cr : 0.01~0.50%

Mn、Crはパーライトの面積率を増加させるため、硬さに大きく影響する。そのためMn : 0.10~1.00%、Cr : 0.01~0.50%とした。

【0010】P: 0.03~0.20%

Pは粒界への偏析により靱性を低下させる元素として低く抑えられるのが一般であるが、破断分離を行う本発明においては塑性変形量を抑え、破断面の密着性を向上させる元素として非常に有効に作用するため積極的な添加を行っている。多量に添加すると疲れ限度や熱間加工性を低下させるため0.03~0.20%とした。

【0011】Cu: 0.03~0.50%, Ni: 0.03~0.50%

Cuは析出硬化をする元素であり、破断分離性を向上させる。多量に添加すると疲れ限度や熱間加工性を低下させるため0.03~0.50%とした。NiはCuと化合物を形成し熱間加工性の劣化を防ぐ元素である、このためNiはCuと同量の0.03~0.50%とした。

【0012】V: 0.05~0.50%

VはSiと同様にフェライトを強化する元素であり、破断面の密着性を向上させる。また、Vは疲労強度を大きく向上させる元素でもあり、このような効果を得るためにも0.05%以上に添加が必要である。しかし、多量の添加は経済的に不利となるため0.50%以下とする必要がある。

【0013】s-Al: 0.010~0.045%

s-Alは溶製時の脱酸剤として作用する元素であり、0.010%以上添加する必要がある。しかし、多量に添加すると熱間加工性や疲労強度の低下をきたすので0.045%以下に限定した。

【0014】N: 0.005~0.025%

NはVと窒化物を形成し、この窒化物の微細な析出によりフェライトを強化する元素である。このためNもVと同様に疲労強度を有効に向上させる元素である。このような効果を得るためには0.005%以上必要である。しかし過剰に添加すると圧延時の割れを発生するなどの問題を生じるため、0.025%以下とする必要がある。

【0015】Pb: 0.30%以下, S: 0.20%以下, Te: 0.30%以下, Ca: 0.01%以下, Bi: 0.30%以下のうちから選ばれる1種または2種以上のPb, S, Te, Ca, Biの添加はいずれも被削性を向上させるのに有効な元素であるので、鍛造品において被削性がさらに良好であることが要求される場合

には必要に応じてこれらのうちから選ばれる1種または2種以上を適量添加するのも良い。

【0016】しかしながら、添加量が多すぎると熱間加工性や疲労限を低下させるので、添加する場合、Pbは0.30%以下, Sは0.20%以下, Teは0.30%以下, Caは0.01%以下, Biは0.30%以下とする必要がある。

【0017】

【発明の作用】本発明に係わる破断分離が容易な熱間鍛造用高強度非調質鋼は上記した構成を有するものであるから、この熱間鍛造用高強度非調質鋼を熱間鍛造した後、P添加による粒界破壊を用いることにより容易に前記鍛造品を2個以上の部品に破断分離させることができ、破断分離破面の塑性変形量は小さく破断面の密着性も良いものとなる。

【0018】

【実施例】表1に示す本発明に用いた鋼および比較に用いた鋼を溶製した後、造塊し熱間鍛造を行って50mmの鍛造素材とし、これを1200℃で60分加熱保持したあと直径22mmの丸棒に熱間鍛造を行ったものから試験片を切り出し試験に供した。また、一部の供試材についてドリル加工能率を測定し被削性の評価を行った。また、一部の供試材について高温で引張試験を行い熱間加工性を評価した。

【0019】これらのうち硬さはコンロッドの中心部の硬さをロックウェル硬度計で測定し、その結果を表2に示している。破断分離性の指標として平行部直径10mm, 切欠き底半径0.2mm, 切欠き深さ1mmの切欠き引張試験片を用いて引張試験を行い、切欠き引張試験片の塑性変形量を測定しその結果を表2に示している。また、疲労限は平行部直径8mmの平滑回転曲げ疲労試験片を用いて測定し、結果を表2に示す。さらに工具寿命は、表3に示す条件によりドリル試験を行って測定した。これらの結果を発明例のNo. 1を100とした場合の相対的な値をドリル加工能率として表したものを同じく表1に示す。また熱間加工性の評価は直径6mmの試験片を1100℃で引張った後の試験片の絞り値で評価し、この結果を表2に示す。

【0020】

【表1】

	No.	成分 組成 (wt%)										その他
		C	Si	Mn	P	Cr	Cu	Ni	V	s-Al	N	
発 明 例	1	0.45	0.25	0.25	0.10	0.10	0.05	0.08	0.25	0.027	0.020	
	2	0.33	0.25	0.52	0.11	0.10	0.21	0.20	0.24	0.025	0.017	
	3	0.32	1.00	0.60	0.18	0.12	0.15	0.12	0.15	0.022	0.021	
	4	0.55	0.25	0.80	0.05	0.11	0.11	0.12	0.10	0.030	0.015	
	5	0.46	0.25	0.26	0.10	0.10	0.08	0.06	0.25	0.027	0.020	S:0.1
	6	0.44	0.25	0.24	0.11	0.10	0.09	0.10	0.25	0.025	0.019	S:0.05 Pb:0.1
	7	0.45	0.25	0.24	0.11	0.11	0.08	0.06	0.24	0.028	0.020	S:0.05,Pb:0.11,Ca:0.002
比 較 例	A	0.25	0.25	0.60	0.10	0.10	0.07	0.09	0.25	0.028	0.015	
	B	0.70	0.30	0.56	0.10	0.10	0.18	0.15	0.25	0.022	0.020	
	C	0.35	3.00	0.55	0.11	0.10	0.11	0.10	0.25	0.030	0.022	
	D	0.50	0.35	0.25	0.005	0.10	0.09	0.10	0.20	0.027	0.023	
	E	0.32	0.30	0.55	0.30	0.10	0.05	0.08	0.20	0.025	0.018	
	F	0.50	0.25	0.60	0.10	1.00	0.06	0.07	0.25	0.025	0.020	
	G	0.46	0.50	1.50	0.10	0.10	0.07	0.09	0.25	0.022	0.019	
	H	0.46	0.25	0.24	0.10	0.10	0.65	0.65	0.25	0.024	0.015	
	I	0.33	1.05	0.50	0.10	0.11	0.06	0.08	0.02	0.030	0.016	
	J	0.45	0.24	0.28	0.10	0.10	0.11	0.10	0.25	0.060	0.022	
	K	0.44	0.26	0.24	0.11	0.10	0.05	0.08	0.25	0.027	0.036	
	L	0.45	0.25	0.25	0.11	0.10	0.06	0.07	0.24	0.027	0.020	S:0.11,Pb:0.35

【0021】

【表2】

	No.	硬さ (HRC)	変形量 (mm)	疲労限 (MPa)	ドリル 加工能率	絞り値 (%)
発 明 例	1	27.3	0.13	471.8	100	99.1
	2	24.8	0.18	434.5	-	97.3
	3	21.1	0.17	389.4	-	-
	4	25.6	0.19	446.5	-	-
	5	27.6	0.12	448.5	315	98.6
	6	27.2	0.11	446.7	423	96.1
	7	27.2	0.14	444.2	453	96.0
比 較 例	A	15.3	2.10	293.0	-	-
	B	35.3	0.05	529.2	69	-
	C	34.5	0.07	512.9	72	58.4
	D	23.4	2.53	408.7	-	-
	E	22.5	0.01	304.3	-	57.3
	F	39.4	0.19	546.9	53	-
	G	38.5	0.20	555.8	57	-
	H	28.0	0.08	472.0	-	49.3
	I	13.0	2.88	302.5	-	-
	J	27.6	0.10	314.3	-	53.4
	K	28.7	0.09	321.4	-	58.6
	L	24.8	0.15	308.3	1050	55.2

【0022】

【表3】

工具	SKH51
送り	0.1mm/rev
穴深さ	10mm
工具寿命測定	切削不能

【0023】上記表より以下のことが分かる。比較例のNo. Aは発明例のNo. 1, 2に比べてC含有量が低いため、塑性変形量は大きく疲労限は低い。また比較例のNo. BではC含有量が高すぎるために硬さが高くなりすぎており、ドリル加工能率が低い。

【0024】比較例のNo. CはSiが高すぎるために絞り値が低く熱間加工性が低下している。また硬さが高くなりすぎておりドリル加工能率が低下している。

【0025】比較例のNo. Dは発明例No. 1よりもPが低いため、塑性変形量が大きい。また比較例のNo. EはPが高すぎるため疲労限および絞り値が低下している。

【0026】比較例のNo. FはCrを多量に含むため、比較例のNo. GはMnを多量に含むため硬さが高くなりすぎており、ドリル加工能率が低い。

【0027】比較例のNo. HはCuおよびNiの含有量が多いため、絞り値が低く熱間加工性が低下している。

【0028】比較例のNo. 1はV含有量が少ないためにNo. 2と比べ硬さが低いため塑性変形量が大きく、また疲労限が低下している。

【0029】比較例のNo. Jはs-Alを多量に含むため、比較例のNo. KはNを多量に含むため発明鋼のNo. 1にくらべ疲労強度及び絞り値が大きく低下している。

【0030】Pbを過剰に添加した比較例のNo. Lは、ほぼ同一レベルの合金元素を含む発明例のNo. 1に比べて疲労限および絞り値が著しく低下しておりPb, S, Te, Ca, Biのような被削性を改善する元素の過剰添加は望ましくないことが分かる。

【0031】発明例のNo. 1～No. 7は実用的な硬さ範囲、つまり20HRC以上30HRC以下で疲労限、塑性変形量ともに比較例のNo. A～No. Lに比べて優れていることが分かる。また、発明例のNo. 5～No. 7よりPb, S, Caの適度な添加は疲労限を大きく低下することなく、被削性を改善していることが分かる。

【0032】

【発明の効果】以上説明してきたように、本発明に係わる破断分離が容易な熱間鍛造用高強度非調質鋼は重量基準でC:0.30~0.60%, Si:0.05~2.00%, Mn:0.10~1.00%, P:0.03~0.20%, Cu:0.03~0.50%, Ni:0.03~0.50%, Cr:0.01~0.50%, V:0.05~0.50%, s-Al:0.010~0.045%, N:0.005~0.025%を含有し、必要

に応じてPb:0.30%以下, S:0.20%以下, Te:0.30%以下, Ca:0.01%以下, Bi:0.30%以下のうちから選ばれる1種または2種以上を含み、残部Feおよび不純物よりなることを特徴とした構成であることから、この熱間鍛造用高強度用非調質を熱間鍛造した後、容易に前記鍛造品を2個以上の部品に破断分離させることができ、破断分離破面の塑性変形量は小さく破面の密着性も良いものとなり、例えば自動車用コネクティングロッド等に適用可能である。